

Light source with luminescent layer.

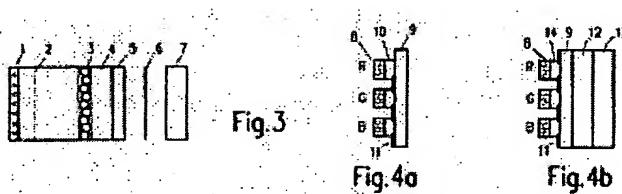
Patent number: DE4222028
Publication date: 1994-01-05
Inventor: RAUE RALF DR (DE); WELKER THOMAS DR (DE); HIKMET RIFAT DR (NL)
Applicant: PHILIPS PATENTVERWALTUNG (DE)
Classification:
- **International:** H01J31/24; H04N9/31; G02B5/20
- **European:** G02F1/13357L, H01J63/04, H04N9/31V
Application number: DE19924222028 19920704
Priority number(s): DE19924222028 19920704

Also published as:
EP0578302 (A1)
JP6235900 (A)
EP0578302 (B1)

Abstract not available for DE4222028

Abstract of correspondent: EP0578302

The invention relates to a light source with a luminescent layer (3, 8) whose light is led through an optical filter. Such a light source can be produced simply in conjunction with low light losses due to the fact that the optical filter (5, 9) consists of at least one cholesteric crystal layer (cholesteric filter).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 22 028 A 1**

⑤1 Int. Cl. 5:
H 01 J 31/24
H 04 N 9/31
G 02 B 5/20

21 Aktenzeichen: P 42 22 028.9
22 Anmeldetag: 4. 7. 92
43 Offenlegungstag: 5. 1. 94

DE 4222028 A1

⑦1 Anmelder:

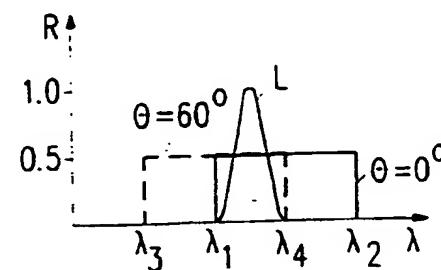
Philips Patentverwaltung GmbH, 20097 Hamburg, DE

⑦2 Erfinder:

Hikmet, Rifat, Dr., Eindhoven, NL; Rau, Ralf, Dr.,
5100 Aachen, DE; Welker, Thomas, Dr., 5106
Roetgen, DE

54) **Lichtquelle mit einer lumineszierenden Schicht**

57 Die Erfindung betrifft eine Lichtquelle mit einer lumineszierenden Schicht (3, 8), deren Licht durch ein optisches Filter geleitet ist. Eine solche Lichtquelle wird dadurch bei geringen Lichtverlusten einfach herstellbar, daß das optische Filter (5, 9) aus mindestens einer cholesterischen Kristallschicht besteht (cholesterisches Filter).



DE 4222028 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Lichtquelle mit einer lumineszierenden Schicht, deren Licht durch ein optisches Filter geleitet ist.

Durch die DE-OS 38 36 955 ist eine derartige Lichtquelle in Anwendung für eine Farbprojektionsanordnung mit drei monochromatischen Kathodolumineszens-Lichtquellen bekannt.

Zwischen einem Frontsubstrat und einer Leuchtstoffschicht ist ein Vielschicht-Interferenzfilter angeordnet, welches als Lichtkollektionsfilter eine Bündelung der Lichtstrahlung in Vorwärtsrichtung bewirkt. Die Herstellung von Interferenzfiltern ist aufwendig. Besonders problematisch ist die für die Funktion unbedingt erforderliche Einhaltung der Dickenkonstanz der Einzelschichten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lichtquelle mit einem Filter zu schaffen, welches einfach herstellbar ist und geringe Lichtverluste verursacht.

Die Lösung gelingt dadurch, daß das optische Filter aus mindestens einer cholesterischen Kristallschicht besteht (cholesterisches Filter).

An sich bekannte cholesterische Filter (vgl. Philips Res.Bull.on Mat. 1991, Seite 15 oder auch EP-A 01 54 953) sind in einem wählbaren Wellenlängenbereich für in einer bestimmten Drehrichtung (z. B. linksdrehend) zirkular polarisiertes Licht durchlässig, während das in Gegendrehrichtung (z. B. rechtsdrehend) zirkular polarisierte Licht reflektiert wird. Im Falle der Verwendung als Polarisationsfilter kann entweder das transmittierte oder das reflektierte Licht genutzt werden, also höchstens die Hälfte des unpolarisierten Eingangslichts. Bei erfindungsgemäßer Kombination einer lumineszierenden schmalbandigen Lichtquelle mit einem cholesterischen Polarisationsfilter wird das von der cholesterischen Schicht reflektierte Licht von der lumineszierenden Schicht depolarisiert zur cholesterischen Schicht zurückreflektiert, wobei dann etwa die Hälfte dieses Lichts als z. B. linksdrehend polarisiertes Licht durch das cholesterische Polarisationsfilter dringt. Der Rest des zurückreflektierten Lichts wird wiederum zur lumineszierenden Schicht reflektiert und von dort erneut depolarisiert zur cholesterischen Schicht zurückreflektiert. Dieser Vorgang kann sich analog vielfach wiederholen, so daß schließlich unter Berücksichtigung unvermeidbare Absorptionsverluste etwa 80% des unpolarisierten Eingangslichts als z. B. linksdrehend polarisiertes Licht durch das cholesterische Polarisationsfilter dringt. Ein derartiges Polarisationsfilter mit hohem Anteil an nutzbarem polarisierten Licht ist dadurch gekennzeichnet, daß das cholesterische Filter aus einer rechts- oder linksdrehenden cholesterischen Schicht besteht, bei welcher der Wellenlängenbereich, in welchem das transmittierte Licht polarisiert wird, größer als der Wellenlängenbereich des lumineszierenden Lichts ist, wobei der Wellenlängenbereich des cholesterischen Filters, in welchem senkrecht auffallendes Licht polarisiert wird, und der Wellenlängenbereich des lumineszierenden Lichts bei etwa gleicher niedriger Wellenlänge beginnen.

Die reflektierende Eigenschaft einer lumineszierenden Schicht ermöglicht es, das Interferenzfilter der durch die DE-OS 38 36 955 bekannten Anordnung durch eine besonders einfach herstellbare Kombination zweier gegensinnig polarisierender cholesterischer Schichten zu ersetzen. Eine entsprechende erfindungsgemäße Lösung ist dadurch gekennzeichnet, daß das

cholesterische Filter ein Lichtkollektionsfilter ist, welches aus hintereinander angeordneten cholesterischen Schichten besteht, von denen eine rechtsdrehend und die andere im gleichen Wellenlängenbereich linksdrehend polarisiert, wobei der Wellenlängenbereich für diese Schichtkombination, in welchem senkrecht auffallendes Licht vollständig reflektiert wird, geringfügig oberhalb des Wellenlängenbereichs des lumineszierenden Lichts liegt.

10 Es ist vorteilhaft möglich, sowohl ein erfindungsgemäßes polarisierendes cholesterisches Filter als auch ein erfindungsgemäßes cholesterisches Lichtkollektionsfilter hintereinander anzuordnen und deren physikalische Wirkungen zu überlagern. Eine vereinfachte zweischichtige Lösung mit gleicher Wirkung ist dadurch gekennzeichnet, daß das cholesterische Filter eine erste

15 polarisierende und eine zweite mit entgegengesetztem Drehsinn polarisierende Schicht aufweist, wobei der Wellenlängenbereich, bei welchem durch die erste Schicht dringendes Licht polarisiert wird, einerseits größer als der Wellenlängenbereich des lumineszierenden Lichts ist und andererseits bei senkrecht auffallendem Licht etwa bei gleich niedriger Wellenlänge wie der Wellenlängenbereich des lumineszierenden Lichts beginnt, und daß der Wellenlängenbereich, in welchem die zweite mit entgegengesetztem Drehsinn polarisierende Schicht senkrecht auffallendes Licht polarisiert, geringfügig oberhalb des Wellenlängenbereichs des lumineszierenden Lichts liegt.

20 15 Eine vorteilhafte Anwendungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle Bestandteil einer Kathodolumineszenslampe für LCD-Projektionsfernsehen ist (Fig. 3), wobei zwischen Lichtquelle und LCD-Element ein $\lambda/4$ -Element angeordnet ist.

25 20 Eine vorteilhafte Anwendungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle Bestandteil einer Kathodolumineszenslampe für LCD-Projektionsfernsehen ist (Fig. 3), wobei zwischen Lichtquelle und LCD-Element ein $\lambda/4$ -Element angeordnet ist.

30 25 Eine vorteilhafte Anwendungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle Bestandteil einer Kathodolumineszenslampe für LCD-Projektionsfernsehen ist (Fig. 3), wobei zwischen Lichtquelle und LCD-Element ein $\lambda/4$ -Element angeordnet ist.

35 30 Gemäß einer weiteren vorteilhafte Anwendungsmöglichkeit können erfindungsgemäße Lichtquellen Bestandteil eines flachen Farbbildschirms sein und ein Muster insbesondere verschiedenfarbiger Lichtquellen bilden. Dabei kann in Weiterbildung vorgesehen sein, daß die Lichtquellen hinter einem Substrat angeordnet und daß ein $\lambda/4$ -Element sowie ein absorbierender Polarisor vor dem Substrat angeordnet sind.

40 35 Die vorteilhafte Wirkung der Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert und anhand der Beschreibung von vorteilhaften Ausführungsbeispielen verdeutlicht.

45 40 Fig. 1 zeigt den reflektierenden Wellenlängenbereich eines cholesterischen Polarisationsfilters relativ zum Wellenlängenbereich einer lumineszierenden Schicht.

50 45 Fig. 2a zeigt den reflektierenden Wellenlängenbereich eines cholesterischen Lichtkollektionsfilters relativ zum Wellenlängenbereich einer lumineszierenden Schicht.

55 50 Fig. 2b zeigt den Reflexionsgrad einer Schichtkombination, welche polarisations- und Kollektionseigenschaften aufweist.

60 55 Fig. 4a zeigt schematisch einen Teilbereich eines Flach-Farbbildschirms mit integrierten cholesterischen Lichtkollektionsfiltern.

65 60 Fig. 4b zeigt schematisch einen Teilbereich eines Flach-Farbbildschirms mit integrierten cholesterischen Filtern, welche entsprechend Fig. 2b wirken, wobei zusätzliche Maßnahmen zur Absorption von Umgebungslicht vorgesehen sind.

In Fig. 1 ist der Reflexionsgrad R einer links- oder rechtsdrehend polarisierenden cholesterischen Schicht über der Wellenlänge λ dargestellt. In idealisierter Darstellung wird von auftreffendem unpolarisierten Licht in einem begrenzten Wellenlängenbereich die Hälfte als in

einer Drehrichtung zirkular polarisiertes Licht transmittiert, während die andere Hälfte des auftreffenden Lichts als gegensinnig zirkular polarisiertes Licht reflektiert wird. Die Lage dieses Wellenlängenbereichs ist vom Winkel Θ zwischen der Richtung der auftreffenden Strahlung zur Normalen auf die cholesterische Schicht abhängig. Für $\Theta = 0$ ergibt sich ein reflektierender Bereich zwischen λ_1 und λ_2 , für $\Theta = 60^\circ$ zwischen λ_3 und λ_4 . Mit der Kennlinie L ist wellenlängenabhängig die relative Intensität des auf die cholesterische Schicht fallenden Lichts dargestellt. Praktisch die gesamte Strahlung der lumineszierenden Schicht liegt im Wellenlängenbereich zwischen λ_1 und λ_4 , so daß die Hälfte dieser Strahlung im Winkelbereich $60^\circ > \Theta > 0$ unmittelbar als polarisiertes Licht durch die cholesterische Schicht dringt. Die reflektierte Strahlung wird größtenteils von der lumineszierenden Schicht depolarisiert und zurückreflektiert. Deshalb kann etwa die Hälfte der zurückreflektierten Strahlung als zirkular polarisiertes Licht zusätzlich durch die cholesterische Schicht dringen. Der Vorgang der Reflexion von der cholesterischen Schicht und der Rückreflexion von der lumineszierenden Schicht kann sich mehrmals wiederholen, so daß im Endergebnis unter Berücksichtigung unvermeidbare Absorptionsverluste bis zu 80% des unpolarisierten Ausgangslichts als zirkular polarisiertes Licht durch die cholesterische Schicht dringt.

Die Breite des Wellenlängenbereichs $\lambda_1 - \lambda_2$ bzw. $\lambda_3 - \lambda_4$ ist derart zu wählen, daß ein zumindest überwiegender Anteil des Spektrums der lumineszierenden Schicht zwischen $\Theta = 0^\circ$ und einem nahe dem Strahlungswinkel der lumineszierenden Strahlung liegenden Winkel Θ (im Beispiel $\Theta = 60^\circ$) reflektiert wird. Dabei ist es vorteilhaft, daß die Grenzwellenlänge λ_1 für $\Theta = 0^\circ$ der kleineren Grenzwellenlänge des lumineszierenden Lichts nahe benachbart ist. Gemäß Fig. 1 ergibt sich eine Lichtquelle für zirkular polarisiertes Licht, bei welcher das unpolarisierte Ausgangslicht nicht nur zu 50%, wie bei herkömmlichen Polarisatoren, sondern bis zu 80% in zirkular polarisiertes Licht umgewandelt wird.

In Fig. 2a ist der Reflexionsgrad einer Hintereinanderaufordnung zweier gegensinnig zirkular polarisierender cholesterischer Schichten für die Winkel $\Theta = 0$ und $\Theta = 60^\circ$ analog Fig. 1 dargestellt. Im Gegensatz zu Fig. 1 liegt der Wellenbereich der lumineszierenden Strahlung L außerhalb, aber in enger Nachbarschaft zum Wellenlängenbereich zwischen λ_1 und λ_2 , in welchen die beiden cholesterischen Schichten das gesamte mit $\Theta = 0^\circ$ auftretende Licht reflektieren. Das bedeutet, mit dem Winkel $\Theta = 0^\circ$ auftretendes Lumineszenz-Licht dringt vollständig durch die cholesterischen Schichten. Dagegen ist der reflektierende Bereich der cholesterischen Schicht bei mit $\Theta = 60^\circ$ auftreffender Strahlung auf Werte zwischen λ_3' und λ_4' verschoben, so daß mit $\Theta > 60^\circ$ auftreffende Strahlung zunächst vollständig zur lumineszierenden Schicht reflektiert wird. Von dort wird sie aber mit Strahlungswinkeln, die vorwiegend im Bereich $0 < \Theta < 60^\circ$ liegen, zurückreflektiert und vermag dann die cholesterischen Schichten zu durchdringen, wobei sich der Vorgang der Reflexion und Zurückreflexion mehrmals wiederholen kann. Im Endergebnis wird der mit zu großen Winkeln Θ abgestrahlte Teil der lumineszierenden Strahlung mit hohem Wirkungsgrad in Strahlung mit erheblich verkleinertem Winkel Θ umgeformt. Für einen guten Wirkungsgrad ist es vorteilhaft, daß die Grenzwellenlängen λ_3' und λ_4' möglichst nahe an den Grenzwellenlängen des Spektrums der lumineszierenden Strahlung liegen. Infolge der Kombina-

tion mit einer lumineszierenden Schicht wirken die beiden gegensinnig zirkular polarisierenden cholesterischen Schichten als ein Lichtkollektionsfilter mit hohem Transmissionsgrad.

Bei einer Schichtenanordnung nach Fig. 2b in Verbindung mit einer lumineszierenden Schicht erhält man ein optisches Filter, welches mit hohem Wirkungsgrad gleichzeitig zirkular polarisiert und das Ausgangslicht auf einen engen Strahlungswinkelbereich in Vorwärtsrichtung bündelt. Auch in Fig. 2b ist der sich bei senkrecht einfallendem Licht ergebende Reflexionsgrad voll ausgezogen, der sich bei 60° ergebende Reflexionsgrad dagegen gestrichelt gezeichnet. Die dargestellten Kennlinien ergeben sich bei Überlagerung zweier gegensinnig polarisierender cholesterischer Schichten. Eine dieser Schichten ist gemäß Fig. 1, die andere analog einer der Schichten nach Fig. 2a ausgelegt. Entsprechend wurden für die Eckwerte der Wellenlängen gleiche Bezeichnungen gewählt.

In den Fig. 3, 4a und 4b sind Beispiele für besonders vorteilhafte Anwendungen erfundungsgemäßer cholesterischer Filter schematisch dargestellt.

Gemäß Fig. 3 ist eine Kathodolumineszenzlichtquelle (vgl. DE-OS 38 36 955) mit einer Kathode 1, einem Gitter 2, einer lumineszierenden Schicht 3, einem transparenten Substrat 4 und einem entsprechend Fig. 2b dreischichtigen cholesterischen Filter 5 aufgebaut. Das cholesterische Filter leitet zirkular polarisiertes Licht mit gebündeltem Strahlungskegel über ein $\lambda/4$ -Element 6 auf eine LCD-Lichtröhre 7 mit matrixförmig angeordneten steuerbaren LCD-Ventilen. Vom $\lambda/4$ -Element 6 wird das zirkular polarisierte Licht praktisch verlustlos in linear polarisiertes Licht umgewandelt, welches für die Steuerbarkeit der LCD-Ventile der LCD-Lichtröhre 7 benötigt wird.

Mit einer erfundungsgemäßen Anordnung nach Fig. 3 wird das Ausgangslicht der lumineszierenden Schicht nicht nur wie im bekannten Fall zu weniger als 50%, sondern zu etwa 70% auf die LCD-Röhre 7 geleitet. Im bekannten Fall würde nämlich ein erforderlicher Polarisator mehr als 50% und ein Interferenzfilter einen zusätzlichen Anteil des Ausgangslichts abblocken.

In Fig. 4a ist ein Teilbereich eines Flach-Farbbildschirms angedeutet. Ein solcher Bildschirm enthält in einander geschichtete rasterförmige Muster von roten (R), grünen (G), blauen (B) lumineszierenden Flächenelementen 8, welche selektiv von einer nicht dargestellten Kathodenanordnung (z. B. Feldemittertyp) mit Elektronen bestrahlt werden (vgl. PCT/US 87/01747).

Zwischen dem gemeinsamen transparenten Substrat 9 und den Flächenelementen 8 sind der jeweiligen "Farbe" angepaßte cholesterische Filterelemente 10 angeordnet. Das Licht der lumineszierenden Flächenelemente 8 dringt durch die Rasteröffnungen der sogenannten "Black Matrix" 11 durch das Substrat 9 hindurch. Die "Black Matrix" 11 soll die Reflexion von auf das Substrat 9 fallendem Außenlicht schwächen.

Die cholesterischen Filterelemente sind zweischichtig gemäß Fig. 2 ausgebildet und bewirken entsprechend einem Interferenzfilter eine höhere Helligkeit in Vorwärtsrichtung. Im Gegensatz zu einem Interferenzfilter ist aber ein gleichwirkendes cholesterisches Filter sehr viel einfacher herstellbar. Insbesondere ist die Filterwirkung praktisch unabhängig von Schwankungen der Schichtdicke. Man muß allerdings darauf achten, daß bei der Herstellung einer cholesterischen Schichten enthaltenden Anordnung nach dem Aufbringen der cholesterischen Schichten Temperaturen von mehr als 200°C ver-

mieden werden, weil sonst die organischen cholesterischen Schichten zerstört werden.

Bei einer abgewandelten Anordnung nach Fig. 4b kann man auf einfache Weise eine die Wirkung der "Black Matrix" unterstützende Absorption von Umgebungslicht erreichen. Dazu werden die cholesterischen Filterelemente 10 nach Fig. 4a durch cholesterische Filterelemente 14 entsprechend Fig. 2b ersetzt. Zusätzlich sind ein $\lambda/4$ -Element 12 und ein Polarisator 13 vorgesehen. Das $\lambda/4$ -Element 12 wandelt das einfallende zirkular polarisierte Licht in linear polarisiertes Licht um. Der Polarisator 13 ist derart angeordnet, daß dieses linear polarisierte Licht vollständig durchgelassen wird. Andererseits kann von auf den Polarisator 13 auftreffendem Außenlicht höchstens die Hälfte reflektiert werden, während der Rest absorbiert wird.

5

10

15

le Bestandteil einer Kathodolumineszenzlampe für LCD-Projektionsfernsehen ist (Fig. 3), wobei zwischen Lichtquelle und LCD-Element (7) ein $\lambda/4$ -Element (6) angeordnet ist.

7. Lichtquelle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet daß die Lichtquelle Bestandteil eines flachen Farbbildschirms mit einem Muster verschiedenfarbiger Lichtquellen ist (Fig. 4a).

8. Lichtquelle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet daß die Lichtquelle hinter einem Substrat (9) angeordnet ist und daß ein $\lambda/4$ -Element 12 sowie ein absorbierender Polarisator (13) vor dem Substrat (9) angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Lichtquelle mit einer lumineszierenden Schicht (3, 8), deren Licht durch ein optisches Filter geleitet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Filter (5, 9) aus mindestens einer cholesterischen Kritallschicht besteht (cholesterisches Filter). 20
2. Lichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das cholesterische Filter ein Polarisationsfilter ist. 25
3. Lichtquelle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet daß das cholesterische Filter aus einer rechts- oder linksdrehenden cholesterischen Schicht besteht, bei welcher der Wellenlängenbereich, in welchem das transmittierte Licht polarisiert wird, größer als der Wellenlängenbereich des lumineszierenden Lichts ist, wobei der Wellenlängenbereich des cholesterischen Filters, in welchem senkrecht auffallendes Licht polarisiert wird, und der Wellenlängenbereich des lumineszierenden Lichts bei etwa gleicher niedriger Wellenlänge beginnen (Fig. 1). 30
4. Lichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das cholesterische Filter ein Lichtkollektionsfilter ist, welches aus hintereinander angeordneten cholesterischen Schichten besteht, von denen eine rechtsdrehend und die andere im gleichen Wellenlängenbereich linksdrehend polarisiert, 45 wobei der Wellenlängenbereich für diese Schichtkombination, in welchem senkrecht auffallendes Licht vollständig reflektiert wird, geringfügig oberhalb des Wellenlängenbereichs des lumineszierenden Lichts liegt. (Fig. 2a) 50
5. Lichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet daß das cholesterische Filter eine erste polarisierende und eine zweite mit entgegengesetztem Drehsinn polarisierende Schicht aufweist, wobei der Wellenlängenbereich, bei welchem durch 55 die erste Schicht dringendes Licht polarisiert wird, einerseits größer als der Wellenlängenbereich des lumineszierenden Lichts ist und andererseits bei senkrecht auffallendem Licht etwa bei gleich niedriger Wellenlänge wie der Wellenlängenbereich 60 des lumineszierenden Lichts beginnt, und daß der Wellenlängenbereich, in welchem die zweite mit entgegengesetztem Drehsinn polarisierende Schicht senkrecht auffallendes Licht polarisiert, geringfügig oberhalb des Wellenlängenbereichs des 65 lumineszierenden Lichts liegt (Fig. 2b).
6. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquel-

- Leerseite -

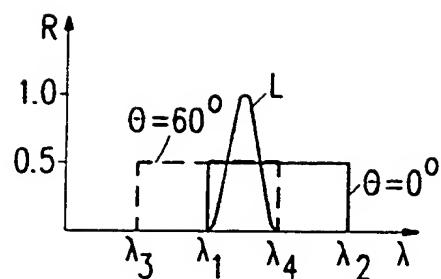


Fig. 1

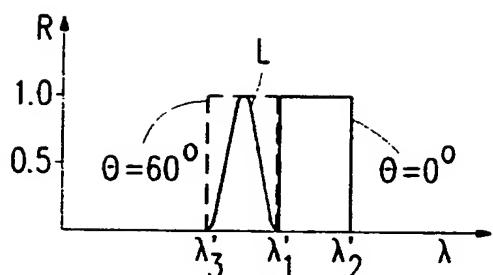


Fig. 2a

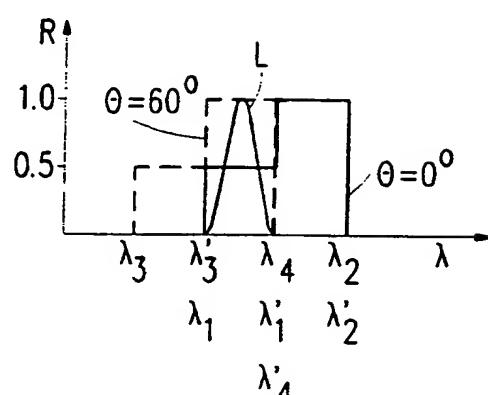


Fig. 2b

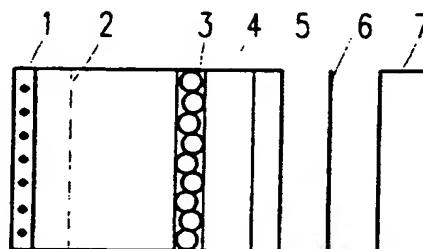


Fig. 3

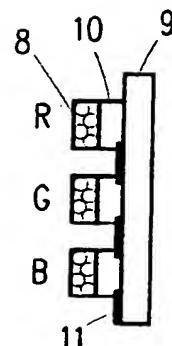


Fig. 4a

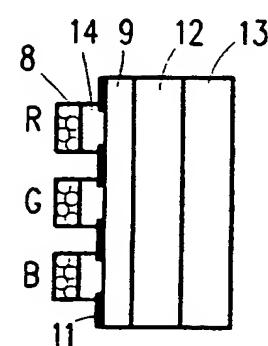


Fig. 4b